

**Beschreibung****Anordnung mindestens einer Wärmedämmsschicht auf einem Trägerkörper**

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mindestens einer Wärmedämmsschicht auf einem Trägerkörper zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer Umgebung des Trägerkörpers, wobei die Wärmedämmsschicht zumindest einen Leuchtstoff aufweist, der mit Hilfe von Anregungslicht mit einer bestimmten Anregungswellenlänge zur Emission eines Lumineszenzlichtes mit einer bestimmten Lumineszenzwellenlänge angeregt werden kann, und wobei mindestens eine weitere Wärmedämmsschicht vorhanden ist, die im Wesentlichen frei ist von dem Leuchtstoff.

Eine derartige Anordnung sind aus der EP 1 105 550 B1 bekannt. Der Trägerkörper ist ein Bauteil einer Gasturbine. Der Trägerkörper ist aus einem Metall. Aufgrund einer in einer Gasturbine auftretenden hohen Temperatur von über 1200° C in der Umgebung des Bauteils kann es zu einer Schädigung des Metalls des Bauteils kommen. Um dies zu verhindern, ist auf dem Bauteil eine Wärmedämmsschicht (Thermal Barrier Coating, TBC) aufgebracht. Die Wärmedämmsschicht sorgt dafür, dass ein verminderter Wärmeaustausch zwischen dem Trägerkörper aus dem Metall und der Umgebung stattfindet. Dadurch heizt sich eine Metallocberfläche des Bauteils weniger stark auf. An der Metallocberfläche des Bauteils tritt eine Oberflächentemperatur auf, die niedriger ist als die Temperatur in der Umgebung des Bauteils.

Der Wärmedämmstoff bildet ein Basismaterial der Wärmedämmsschicht. Die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Wärmedämmsschicht hängen im Wesentlichen von den Eigenschaften des Wärmedämmstoffs ab. Das Basismaterial der bekannten Wärmedämmsschicht ist ein Metalloxid. Das Metalloxid ist beispielsweise ein mit Yttrium stabilisiertes

Zirkoniumoxid (YSZ). Eine thermische Leitfähigkeit dieses Wärmedämmstoffs beträgt zwischen 1 W/m·K und 3 W/m·K. Um einen effizienten Schutz des Trägerkörpers zu gewährleisten, beträgt eine Schichtdicke der Wärmedämmsschicht etwa 250 µm.

5 Als Alternative zum mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxid ist als Wärmedämmstoff ein Metalloxid in Form eines Yttriumaluminumgranats angegeben.

Um die Wärmedämmsschicht und den Trägerkörper fest zu verbinden, ist auf der Oberfläche des Bauteils eine metallische Zwischenschicht (Bond Coat) aus einer Metalllegierung aufgebracht. Zur Verbesserung der Verbindung kann zwischen der Wärmedämmsschicht und dem Bauteil zusätzlich eine keramische Zwischenschicht aus einem keramischen 15 Material, beispielsweise Aluminiumoxid, angeordnet sein.

In die Wärmedämmsschicht ist ein sogenannter Thermo-Lumineszenz-Indikator eingebettet. Dieser Indikator ist ein Leuchtstoff (Luminophor), der durch Anregung mit 20 Anregungslicht einer bestimmten Anregungswellenlänge zur Emission eines Lumineszenzlichts mit einer bestimmten Emissionswellenlänge angeregt werden kann. Das Anregungslicht ist beispielsweise UV-Licht. Das Emissionslicht ist beispielsweise sichtbares Licht. Der verwendete Leuchtstoff 25 ist ein sogenannter Rekombinationsleuchtstoff. Durch elektronische Übergänge zwischen Energiezuständen des Aktivators wird der Leuchtvorgang hervorgerufen. Ein derartiger Leuchtstoff besteht beispielsweise aus einem Festkörper mit einem Kristallgitter (Wirtsgitter), in das ein sogenannter Aktivator eingebettet ist. Der Festkörper ist mit dem Aktivator dotiert. Der Aktivator ist zusammen mit dem 30 gesamten Festkörper am Leuchtvorgang des Leuchtstoffs beteiligt.

35 Bei der bekannten Wärmedämmsschicht ist das jeweilige Basismaterial der Wärmedämmsschicht mit einem Aktivator dotiert. Es liegt eine Wärmedämmsschicht aus dem Leuchtstoff

vor. Der dabei verwendete Aktivator ist jeweils ein Seltenerdelement. Im Fall des mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxids ist das Seltenerdelement beispielsweise Europium. Der Wärmedämmstoff Yttriumaluminiumgranat ist mit den Seltenerdelementen Dysprosium oder Terbium dotiert.

Bei der bekannten Wärmedämmsschicht wird die Tatsache ausgenutzt, dass eine Emissionseigenschaft des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs, beispielsweise eine Emissionsintensität oder eine Emissionsabklingzeit, von der Leuchtstofftemperatur des Leuchtstoffs abhängig ist. Aufgrund dieser Abhängigkeit wird auf die Temperatur der Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff geschlossen. Damit dieser Zusammenhang hergestellt werden kann, ist die Wärmedämmsschicht für das Anregungslicht im UV-Bereich optisch zugänglich. Gleichzeitig ist dafür gesorgt, dass das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs von der Wärmedämmsschicht abgestrahlt und detektiert werden kann.

Um die optische Zugänglichkeit zu gewährleisten, ist beispielsweise auf dem Trägerkörper nur eine einzige Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff angeordnet. Als alternative Lösung dazu wird auf der Wärmedämmsschicht eine weitere Wärmedämmsschicht aufgetragen, die für das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs transparent ist. Das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs kann durch die weitere Wärmedämmsschicht hindurchtreten.

Um den Zustand der Wärmedämmsschicht zu überprüfen, ist ein relativ komplizierter Aufbau zur Anregung des Leuchtstoffs und zur Detektion des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs notwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Anordnung mit einer Wärmedämmsschicht mit lumineszierenden Wärmedämmstoff anzugeben, die eine einfache Bestimmung eines

**Zustandes der Wärmedämmsschicht auf einem Trägerkörper erlaubt.**

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Anordnung mindestens einer

5 Wärmedämmsschicht auf einem Trägerkörper zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer Umgebung des Trägerkörpers angegeben, wobei die Wärmedämmsschicht zumindest einen Leuchtstoff aufweist, der mit Hilfe von Anregungslicht mit einer bestimmten Anregungswellenlänge zur

10 Emission eines Lumineszenzlichtes mit einer bestimmten Lumineszenzwellenlänge angeregt werden kann, und wobei mindestens eine weitere Wärmedämmsschicht vorhanden ist, die im Wesentlichen frei ist von dem Leuchtstoff. Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die weitere

15 Wärmedämmsschicht für das Anregungslicht zur Anregung der Emission von Lumineszenzlicht und/oder für das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen opak ist.

Die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff kann dabei einphasig

20 oder mehrphasig vorliegen. Einphasig bedeutet, dass eine vom Wärmedämmstoff gebildete keramische Phase der Wärmedämmsschicht im Wesentlichen nur aus dem Leuchtstoff besteht. Der Wärmedämmstoff der Wärmedämmsschicht ist der Leuchtstoff. Bei einer mehrphasigen Wärmedämmsschicht sind der

25 Wärmedämmstoff und der Leuchtstoff unterschiedlich. Im Wärmedämmstoff sind Leuchtstoffpartikel aus dem Leuchtstoff enthalten. Die keramische Phase wird von unterschiedlichen Materialien gebildet. Vorzugsweise sind die Leuchtstoffpartikel homogen über die Wärmedämmsschicht

30 verteilt. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn der Wärmedämmstoff und der Leuchtstoff aus einer im Wesentlichen gleichen Art Festkörper bestehen. Beide Stoffe unterscheiden sich lediglich durch ihre optischen Eigenschaften. Dazu ist der Leuchtstoff beispielsweise dotiert.

35

Opak bedeutet in diesem Fall, dass das Anregungslicht und/oder das Lumineszenzlicht aufgrund der Transmissions-

bzw. Absorptionseigenschaften der weiteren Wärmedämmsschicht durch die weitere Wärmedämmsschicht nicht oder nahezu nicht hindurchtreten können. Im Wesentlichen bedeutet dabei, dass unter Umständen eine geringe Durchlässigkeit für das

5 Anregungslicht und/oder das Lumineszenzlicht gegeben ist.

In einer besonderen Ausgestaltung ist die Wärmedämmsschicht zwischen dem Trägerkörper und der weiteren Wärmedämmsschicht derart angeordnet, dass das Anregungslicht des Leuchtstoffs und/oder das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen nur durch Öffnungen der weiteren Wärmedämmsschicht in die Umgebung des Trägerkörpers gelangen kann. Derartige Öffnungen sind beispielsweise Risse oder Spalte in der weiteren Wärmedämmsschicht. Denkbar ist auch eine Öffnung, die durch Erosion (Abtrag) von weiterem Wärmedämmstoff der weiteren Wärmedämmsschicht entstanden ist. Diese Öffnungen können einfach sichtbar gemacht werden. Das Sichtbarmachen gelingt durch Beleuchten der Anordnung mit dem Anregungslicht. An den Stellen, an denen das UV-Licht durch die Öffnungen auf die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff gelangt, wird der Leuchtstoff zur Emission des Lumineszenzlichts angeregt. Das Lumineszenzlicht gelangt wieder durch die Öffnungen in die Umgebung des Trägerkörpers und kann dort detektiert werden. Aufgrund der Öffnungen tritt ein Lumineszenzlicht auf, das sich bezüglich seiner Intensität deutlich von Untergrund abhebt.

Auf dem beschriebenen Weg kann während einer Betriebspause einer Vorrichtung die Wärmedämmsschicht eines in der Vorrichtung eingesetzten Trägerkörpers auf einfache und sichere Weise überprüft werden. Die Vorrichtung ist beispielsweise eine Gasturbine. Der Trägerkörper ist beispielsweise eine Turbinenschaufel der Gasturbine. Auf der Turbinenschaufel befindet sich der Mehrschichtaufbau mit den Wärmedämmsschichten. Durch Beleuchten der Turbinenschaufel und Beobachten des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs werden

diejenigen Stellen der weiteren, äußersten Wärmedämmsschicht sichtbar, die Öffnungen aufweisen.

Denkbar ist aber auch, dass eine Überprüfung des Zustands der

5 Wärmedämmsschicht während des Betriebs der Vorrichtung durchgeführt wird. Dazu ist beispielsweise eine Brennkammer der oben beschriebenen Gasturbine, in der die Turbinenschaufeln eingesetzt werden, mit einem Fenster versehen, durch das die Lumineszenz des Leuchtstoffs

10 beobachtet werden kann. Das Auftreten von Lumineszenzlicht ist ein Hinweis darauf, dass die weitere, äußerste Wärmedämmsschicht mindestens einer Turbinenschaufel einen Riss oder einen Spalt aufweist bzw. erodiert ist.

15 Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Anordnung besteht darin, dass infolge einer fortgeschrittenen Erosion auch Wärmedämmstoff mit dem Leuchtstoff abgetragen wird. In einem Abgas der Gasturbine kann durch entsprechende Detektoren der Leuchtstoff nachgewiesen werden. Das ist ein Zeichen dafür,

20 dass die Erosion bis zur Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff vorangeschritten ist.

Als Leuchtstoff ist jeder beliebige keramische Leuchtstoff denkbar, der in einer Wärmedämmsschicht eingesetzt werden

25 kann. In einer besonderen Ausgestaltung weist der Leuchtstoff mindestens ein Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A auf. Ein derartiger Leuchtstoff ist beispielsweise ein mit einem Aktivator dotiertes, mit Yttrium stabilisiertes oder teilstabilisiertes Zirkoniumoxid. Insbesondere denkbar

30 sind auch Leuchtstoffe in Form von Perwoskiten und Pyrochkloren.

Die genannten Leuchtstoffe sind sogenannte Rekombinationsleuchtstoffe. Die Emission des

35 Lumineszenzlichts beruht dabei vorzugsweise auf der Anwesenheit eines Aktivators. Mit Hilfe eines Aktivators oder mehrerer Aktivatoren kann die Emissionseigenschaft des

Leuchtstoffs, beispielsweise die Emissionswellenlänge und die Emissionsintensität, relativ einfach variiert werden.

In einer besonderen Ausgestaltung weist der Leuchtstoff zur

5 Anregung der Emission von Lumineszenzlicht einen aus der Gruppe Cer und/oder Europium und/oder Dysprosium und/oder Terbium ausgewählten Aktivator auf. Seltenerdelemente lassen sich im allgemeinen aufgrund ihrer Ionenradien sehr gut in die Kristallgitter von Metalloxiden wie Perowskite und

10 Pyrochlore einbauen. Daher eignen sich Aktivatoren in Form von Seltenerdelementen generell. Als besonders gute Aktivatoren haben sich die aufgezählten Seltenenerdelemente erwiesen.

15 Bei Verwendung eines Aktivators ist dessen Anteil im Leuchtstoff derart gewählt, dass die thermischen und mechanischen Eigenschaften des Metalloxids des Leuchtstoffs nahezu unbeeinflusst sind. Die mechanischen und thermischen Eigenschaften des Metalloxids bleiben trotz Dotierung

20 erhalten. In einer besonderen Ausgestaltung ist der Aktivator mit einem Anteil von bis zu 10 mol% im Leuchtstoff enthalten. Vorzugsweise beträgt der Anteil unter 2 mol%. Beispielsweise ist der Anteil 1 mol%. Es hat sich gezeigt, dass dieser niedrige Anteil des Aktivators ausreicht, um eine verwertbare

25 Emissionsintensität des Leuchtstoffs zu erzielen. Die thermische und mechanische Stabilität einer mit dem Leuchtstoff hergestellten Wärmedämmsschicht bleibt dabei erhalten.

30 In einer besonderen Ausgestaltung ist das Metalloxid des Leuchtstoffs ein aus der Gruppe Perowskit mit der Summenformel  $AA'0_3$  und/oder Pyrochlor mit der Summenformel  $A_2B_2O_7$  ausgewähltes Mischoxid, wobei A' ein dreiwertiges Metall und B ein vierwertiges Metall sind. Eine

35 Wärmedämmsschicht aus einem Perowskit und/oder einem Pyrochlor (Pyrochlorphase) zeichnet sich durch eine hohe Stabilität gegenüber Temperaturen von über 1200° C aus. Damit eignet

sich die Anordnung für neue Gasturbinengenerationen, bei denen ein erhöhter Wirkungsgrad durch Erhöhung der Einsatztemperatur erzielt werden soll.

- 5 In einer besonderen Ausgestaltung ist das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ein Seltenerdelement Re. Das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ist insbesondere ein aus der Gruppe Lanthan und/oder Gadolinium und/oder Samarium ausgewähltes Seltenerdelement.
- 10 Weitere Seltenerdelemente sind ebenfalls denkbar. Durch die Verwendung eines Perowskits und/oder eines Pyrochlors mit diesen Seltenerdelementen kann ein Aktivator in Form eines Seltenerdelements aufgrund der ähnlichen Ionenradien sehr leicht in das Kristallgitter des Perowskits bzw. des
- 15 Pyrochlors eingebaut werden.

Eines der dreiwertigen Metalle A und A' des Perowskits ist ein Hauptgruppen- oder Nebengruppenelement. Das vierwertige Metall B des Pyrochlors ist ebenfalls ein Haupt- oder Nebengruppenelement. In beiden Fällen können Mischungen unterschiedlicher Haupt- und Nebengruppenelemente vorgesehen sein. Aufgrund der unterschiedlichen Ionenradien nehmen die Seltenerdelemente und die Haupt- bzw. Nebengruppenelemente bevorzugt unterschiedliche Plätze im Perowskit- bzw. Pyrochlor-Kristallgitter ein. Als besonders vorteilhaft hat sich dabei als dreiwertiges Hauptgruppenelement Aluminium erwiesen. Zusammen mit Seltenerdelementen bildet Aluminium beispielsweise ein Perowskit, das zu einer mechanisch und thermisch stabilen Wärmedämmsschicht führt. In einer besonderen Ausgestaltung ist der Perowskit daher ein Seltenerdaluminat. Die Summenformel lautet  $ReAlO_3$ , wobei Re für eine Seltenerdelement steht. Vorzugsweise ist das Seltenerdaluminat ein Gadolinium-Lanthan-Aluminat. Die Summenformel lautet beispielsweise  $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$ . Als vierwertiges Metall B des Pyrochlors werden insbesondere die Nebengruppenelemente Hafnium und/oder Titan und/oder Zirkonium eingesetzt. Der Pyrochlor ist daher vorzugsweise

aus der Gruppe Seltenerdtitanat und/oder Seltenerdhafnat und/oder Seltenerdzirkonat ausgewählt. Insbesondere ist das Seltenerdzirkonat aus der Gruppe Gadoliniumzirkonat und/oder Samariumzirkonat ausgewählt. Die bevorzugten Summenformeln 5 lauten  $Gd_2Zr_2O_7$  und  $Sm_2Zr_2O_7$ . Das Seltenerdhafnat ist bevorzugt Lanthanhafnat. Die Summenformel lautet  $La_2Hf_2O_7$ .

Die Anregung des Leuchtstoffs zur Emission von Lumineszenzlicht erfolgt optisch. Dabei wird der Leuchtstoff 10 mit Anregungslicht einer bestimmten Anregungswellenlänge angestrahlt. Durch Absorption des Anregungslichts wird der Leuchtstoff zur Emission von Lumineszenzlicht angeregt. Das Anregungslicht ist beispielsweise UV-Licht und das Lumineszenzlicht niederenergetischeres, sichtbares Licht.

15 Die Anregung des Leuchtstoffs mit Anregungslicht eignet sich zur Überprüfung eines Zustandes einer für das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht optisch zugängliche Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff. Dazu ist beispielsweise nur die 20 Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff auf dem Trägerkörper aufgetragen.

In einer besonderen Ausgestaltung ist der Trägerkörper ein Bauteil einer Verbrennungskraftmaschine. Die 25 Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Dieselmotor. In einer besonderen Ausgestaltung ist die Verbrennungskraftmaschine eine Gasturbine. Der Trägerkörper kann dabei eine Kachel sein, mit der eine Brennkammer der Gasturbine ausgekleidet ist. Insbesondere ist der 30 Trägerkörper eine Turbinenschaufel der Gasturbine. Denkbar ist dabei, dass die unterschiedlichen Trägerkörper mit Wärmedämmsschichten mit Leuchtstoffen versehen sind, die unterschiedliches Lumineszenzlicht emittieren. So kann auf einfache Weise das Bauteil bestimmt werden, an dem Schäden 35 vorhanden sind.

10

Zum Aufbringen der Wärmedämmsschicht und der weiteren Wärmedämmsschicht kann ein beliebiges Beschichtungsverfahren durchgeführt werden. Das Beschichtungsverfahren ist insbesondere ein Plasmaspritzverfahren. Das

5 Beschichtungsverfahren kann auch ein Dampfabscheideverfahren sein, beispielsweise PVD (Physical Vapour Deposition) oder CVD (Chemical Vapour Deposition). Mit Hilfe der genannten Verfahren werden Wärmedämmsschichten mit Schichtdicken von 50 µm bis 600 µm und mehr aufgetragen.

10

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und einer dazugehörigen Figur wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Die Figur sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

15

Die Figur zeigt einen Ausschnitt eines seitlichen Querschnitts einer Anordnung einer Wärmedämmsschicht aus einem Wärmedämmstoff mit einem Leuchtstoff und einer weiteren Wärmedämmsschicht mit einem weiteren Wärmedämmstoff von der Seite.

Die Anordnung 1 besteht aus einem Trägerkörper 2, auf dem eine Wärmedämmsschicht 3 und eine weitere Wärmedämmsschicht 5 angeordnet sind. Der Trägerkörper 2 ist eine Turbinenschaufel 25 einer Gasturbine. Die Turbinenschaufel ist aus einem Metall. In der Brennkammer der Gasturbine, die die Umgebung 7 des Trägerkörpers 2 darstellt, können im Betrieb der Gasturbine Temperaturen von über 1200° C auftreten. Um ein Überhitzen der Oberfläche 8 des Trägerkörpers 2 zu verhindern, ist die Wärmedämmsschicht 3 vorhanden. Die Wärmedämmsschicht 3 dient 30 der Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper 2 und der Umgebung 7 des Trägerkörpers 2.

Es liegt ein Mehrschichtaufbau vor mit der Wärmedämmsschicht 35 3, einer metallischen Zwischenschicht 4 (Bond Coat) aus einer Metalllegierung und einer weiteren Wärmedämmsschicht 5. Die Wärmedämmsschicht 3 mit dem Leuchtstoff ist zwischen der

weiteren Wärmedämmsschicht 5 und dem Trägerkörper 2 angeordnet. Die weitere Wärmedämmsschicht 5 ist für das Anregungslicht und/oder das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs opak. Nur wenn die weitere Wärmedämmsschicht 5 eine Öffnung 6 5 aufweist, kann das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs in der Umgebung 7 des Trägerkörpers 2 detektiert werden.

Beispiel 1:

10 Der Wärmedämmstoff der Wärmedämmsschicht 3 ist ein Metalloxid in Form eines Seltenerdaluminats mit der Summenformel  $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$ . Gemäß einer ersten Ausführungsform ist das Seltenerdaluminat mit 1 mol%  $Eu_2O_3$  versetzt. Das Seltenerdaluminat weist den Aktivator Europium mit einem 15 Anteil von 1 mol% auf. Durch Anregung des Leuchtstoffs mit UV-Licht resultiert ein rotes Lumineszenzlicht mit einem Emissionsmaximum bei etwa 610 nm. Die Anregungswellenlänge beträgt beispielsweise 254 nm.

20 Gemäß einer dazu alternativen Ausführungsform ist das Seltenerdaluminat mit 1 mol% Terbium dotiert. Es resultiert ein Leuchtstoff mit grünem Lumineszenzlicht mit einer Emissionswellenlänge bei etwa 544 nm.

25 Beispiel 2:

Die Wärmedämmsschicht 3 besteht aus einem Pyrochlor. Der Pyrochlor ist ein Gadoliniumzirkonat mit der Summenformel  $Gd_2Zr_2O_7$ . Zum Herstellen des Leuchtstoffs wird der Pyrochlor 30 mit 1 mol%  $Eu_2O_3$  versetzt. Das Gadoliniumzirkonat weist den Aktivator Europium mit einem Anteil von 1 mol% auf.

Beispiel 3:

35 Die Wärmedämmsschicht 3 besteht aus einem mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxid. Zum Herstellen des Leuchtstoffs wird das mit Yttrium stabilisierte Zirkoniumoxid mit 1 mol%

12

Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> versetzt. Das mit Yttrium stabilisierte Zirkoniumoxid weist den Aktivator Europium mit einem Anteil von 1 mol% auf.

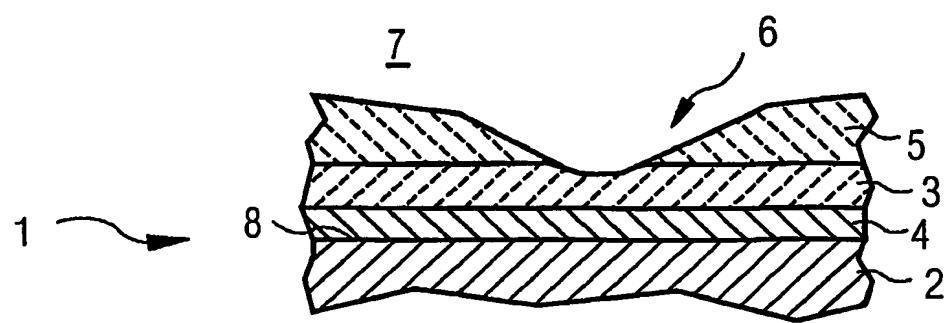
## Patentansprüche

1. Anordnung mindestens einer Wärmedämmsschicht (3) auf einem Trägerkörper (2) zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper (2) und einer Umgebung (7) des Trägerkörpers (2), wobei
  - die Wärmedämmsschicht (3) zumindest einen Leuchtstoff aufweist, der mit Hilfe von Anregungslicht mit einer bestimmten Anregungswellenlänge zur Emission eines Lumineszenzlichtes mit einer bestimmten Lumineszenzwellenlänge angeregt werden kann, und wobei
    - mindestens eine weitere Wärmedämmsschicht (5) vorhanden ist, die im Wesentlichen frei ist von dem Leuchtstoff, dadurch gekennzeichnet, dass
    - die weitere Wärmedämmsschicht (5) für das Anregungslicht zur Anregung der Emission von Lumineszenzlicht und/oder für das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen opak ist.
- 20 2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Wärmedämmsschicht (3) zwischen dem Trägerkörper (2) und der weiteren Wärmedämmsschicht (5) derart angeordnet ist, dass das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen nur durch Öffnungen (6) der weiteren Wärmedämmsschicht (5) in die Umgebung (7) des Trägerkörpers (2) gelangen kann.
- 30 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Leuchtstoff mindestens ein Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A aufweist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Leuchtstoff zur Anregung der Emission des Lumineszenzlichts einen aus der Gruppe Cer und/oder Europium und/oder Dysprosium und/oder Terbium ausgewählten Aktivator aufweist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 4, wobei der Aktivator mit einem Anteil von bis zu 10 mol% im Leuchtstoff enthalten ist.
- 5 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei das Metalloxid ein aus der Gruppe Perowskit mit der Summenformel  $AA'O_3$  und/oder Pyrochlor mit der Summenformel  $A_2B_2O_7$  ausgewähltes Mischoxid ist, wobei A' ein dreiwertiges Metall und B ein vierwertiges Metall sind.
- 10 7. Anordnung nach einem der Ansprüche 6, wobei das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ein Seltenerdelement Re ist.
- 15 8. Anordnung nach Anspruch 7, wobei das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ein aus der Gruppe Lanthan und/oder Gadolinium und/oder Samarium ausgewähltes Seltenerdelement ist.
- 20 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Perowskit ein Seltenerdaluminat ist.
- 25 10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei die Summenformel des Seltenerdaluminats  $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$  ist.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei der Pyrochlor aus der Gruppe Selterdhafnat und/oder Seltenerdtitanat und/oder Seltenerdzirkonat ausgewählt ist.
- 30 12. Anordnung nach Anspruch 11, wobei das Seltenerdzirkonat aus der Gruppe Gadoliniumzirkonat und/oder Samariumzirkonat ausgewählt ist.
- 35 13. Anordnung nach Anspruch 11, wobei das Seltenerdhafnat Lanthanhafnat ist.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der  
5 Trägerkörper ein Bauteil einer Verbrennungskraftmaschine  
ist.
15. Anordnung nach Anspruch 14, wobei die  
Verbrennungskraftmaschine eine Gasturbine ist.

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/051633

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01K11/20 C23C30/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01K C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 863 396 A (HOWMET RES CORP) 9 September 1998 (1998-09-09) column 1, lines 48-51 - column 3, lines 33-41 column 5, lines 1-15 ----- US 4 774 150 A (TAKAHASHI YOSHIKAZU ET AL) 27 September 1988 (1988-09-27) column 1, lines 54-58; claims 1,6 ----- EP 1 016 862 A (SIEMENS AG) 5 July 2000 (2000-07-05) column 1, lines 36-47 - column 2, lines 24-37 column 2, line 55 - column 3, line 6 column 3, lines 42-45; claims 1-13; figure 3 ----- -/-	1-15
A		1-15
A		1-15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

17 December 2004

Date of mailing of the International search report

13/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boussard, N

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International Application No  
**PCT/EP2004/051633****C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 1 105 550 A (IMPERIAL COLLEGE) 13 June 2001 (2001-06-13) cited in the application column 2, lines 50-55 - column 3, lines 18-21, 45-52 column 7, lines 38-45 - column 8, lines 3-6, 27-32</p> <p>-----</p>	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051633

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0863396	A	09-09-1998	US EP	6072568 A 0863396 A2	06-06-2000 09-09-1998
US 4774150	A	27-09-1988	JP	62207885 A	12-09-1987
EP 1016862	A	05-07-2000	EP	1016862 A1	05-07-2000
EP 1105550	A	13-06-2001	DE DE EP WO	69905907 D1 69905907 T2 1105550 A1 0006796 A1	17-04-2003 04-12-2003 13-06-2001 10-02-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051633

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01K11/20 C23C30/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01K C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 863 396 A (HOWMET RES CORP) 9. September 1998 (1998-09-09) Spalte 1, Zeilen 48-51 - Spalte 3, Zeilen 33-41 Spalte 5, Zeilen 1-15 -----	1-15
A	US 4 774 150 A (TAKAHASHI YOSHIKAZU ET AL) 27. September 1988 (1988-09-27) Spalte 1, Zeilen 54-58; Ansprüche 1,6 -----	1-15
A	EP 1 016 862 A (SIEMENS AG) 5. Juli 2000 (2000-07-05) Spalte 1, Zeilen 36-47 - Spalte 2, Zeilen 24-37 Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 6 Spalte 3, Zeilen 42-45; Ansprüche 1-13; Abbildung 3 ----- -/-	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

17. Dezember 2004

13/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boussard, N

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051633

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHEN UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 105 550 A (IMPERIAL COLLEGE) 13. Jun1 2001 (2001-06-13) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeilen 50-55 – Spalte 3, Zeilen 18-21, 45-52 Spalte 7, Zeilen 38-45 – Spalte 8, Zeilen 3-6, 27-32 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP2004/051633

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0863396	A	09-09-1998	US	6072568 A		06-06-2000
			EP	0863396 A2		09-09-1998
US 4774150	A	27-09-1988	JP	62207885 A		12-09-1987
EP 1016862	A	05-07-2000	EP	1016862 A1		05-07-2000
EP 1105550	A	13-06-2001	DE	69905907 D1		17-04-2003
			DE	69905907 T2		04-12-2003
			EP	1105550 A1		13-06-2001
			WO	0006796 A1		10-02-2000